

PATENT
2557-000215/US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Jaekwang CHOI, et al. Conf. No.: Not yet Assigned

Filing Date: March 24, 2004 Examiner: Unknown

Application No.: New Application Group Art Unit: Not yet Assigned

Title: SLURRY COMPOSITIONS AND CMP METHODS USING THE SAME

PRIORITY LETTER

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sirs:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. 119, enclosed is/are a certified copy of the following priority document.

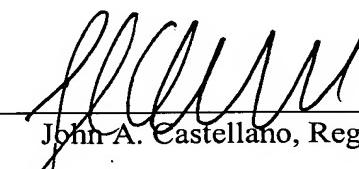
<u>Application No.</u>	<u>Date Filed</u>	<u>Country</u>
10-2003-0090551	December 12, 2003	KOREA

In support of Applicant's priority claim, please enter this document into the file.

Respectfully submitted,

HARNESS, DICKEY, & PIERCE, P.L.C.

By


John A. Castellano, Reg. No. 35,094

P.O. Box 8910
Reston, Virginia 20195
(703) 668-8000

Enclosure: Certified Copy of Priority Document



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0090551
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 12월 12일
Date of Application DEC 12, 2003

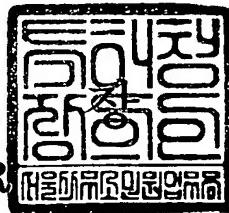
출 원 인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2004 년 02 월 23 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0024
【제출일자】	2003. 12. 12
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	폴리실리콘 리세스를 개선할 수 있는 화학 기계적 연마 슬러리 및 이를 이용한 반도체 소자의 패드 형성 방법
【발명의 영문명칭】	Chemical mechanical polishing slurry for improving a polysilicon recess and pad formation method of semiconductor device using the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최재광
【성명의 영문표기】	CHOI, Jae Kwang
【주민등록번호】	730304-1405423
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 992-5 104호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이재동
【성명의 영문표기】	LEE, Jae Dong
【주민등록번호】	681011-1255513

【우편번호】 442-747
【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을신명아파트 204동 1603호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 흥창기
【성명의 영문표기】 HONG, Chang Ki
【주민등록번호】 630921-1063611
【우편번호】 463-706
【주소】 경기도 성남시 분당구 구미동(무지개마을) 삼성아파트 1007동 302호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인
이영필 (인) 대리인
이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 5 면 5,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 30 항 1,069,000 원
【합계】 1,103,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

화학 기계적 연마 슬러리 및 이를 이용한 반도체 소자의 패드 형성 방법을 제공한다. 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리는 연마입자와, 패시베이션제를 포함한다. 상기 패시베이션 제는 비이온성 계면 활성제일 수 있다. 상기 비이온성 계면 활성제는 알코올(alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물이거나, 아릴 알코올(aryl alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물일 수 있다. 상기 비이온성 계면 활성제는 에틸렌 산화물-프로필렌 산화물-에틸렌 산화물의 삼블록 공중합체(triblock copolymer)이거나, 상기 비이온성 계면 활성제는 프로필렌 산화물-에틸렌 산화물-프로필렌 산화물의 삼블록 공중합체(triblock copolymer)일 수 있다. 상기 패시베이션제를 구성하는 비이온성 계면 활성제는 친수성인 에틸렌 산화물과 소수성인 프로필렌 산화물을 포함한다. 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리는 폴리실리콘막 상에 상기 패시베이션제를 패시베이션시켜 폴리실리콘막의 제거 선택비를 낮추어 폴리실리콘 리세스 발생을 억제하면서 패드를 형성할 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

폴리실리콘 리세스, 화학 기계적 연마 슬러리

【명세서】**【발명의 명칭】**

폴리실리콘 리세스를 개선할 수 있는 화학 기계적 연마 슬러리 및 이를 이용한 반도체 소자의 패드 형성 방법{Chemical mechanical polishing slurry for improving a polysilicon recess and pad formation method of semiconductor device using the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 따라 화학 기계적 연마 공정에 이용되는 화학 기계적 연마 장치를 나타낸 개략도이다.

도 2는 종래 기술의 패드 분리 공정에 의해 반도체 소자의 패드가 형성되는 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

도 3은 도 2와 같이 폴리실리콘 리세스가 발생한 반도체 소자에 플러그를 형성했을 경우 게이트 라인과 패드 간의 쇼트가 발생한 것을 보여주기 위한 단면도이다.

도 4는 본 발명에 의한 화학기계적 연마 슬러리를 이용할 경우 폴리실리콘 리세스 발생이 어떻게 억제되는가를 설명하기 위한 단면도이다.

도 5는 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 패시베이션제의 농도에 따른 접촉각을 측정한 그래프이다.

도 6은 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 패시베이션제의 농도별로 폴리실리콘막 제거속도를 도시한 그래프이다.

도 7 내지 도 9는 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리를 이용한 반도체 소자의 패드 형성 방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <8> 본 발명은 반도체 소자의 제조에 이용되는 화학 기계적 연마 슬러리(chemical mechanical polishing slurry)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 폴리실리콘 리세스를 개선할 수 있는 화학 기계적 연마 슬러리에 관한 것이다.
- <9> 반도체 소자가 고집적화됨에 따라 반도체 소자의 제조 공정중 평탄화 공정(planarization process)이 더욱더 중요해지고 있다. 상기 평탄화 공정중 하나로 화학 기계적 연마 공정을(chemical mechanical polishing(CMP) process) 들 수 있다. 상기 화학 기계적 연마 공정은 일정한 방향으로 회전하는 연마 테이블(polishing platen) 위에 장착된 연마 패드와, 웨이퍼가 로딩되어 있는 연마 헤드(polishing head)의 상대 속도에 의한 마찰력과, 웨이퍼(반도체 기판)를 눌러주는 힘 그리고 화학 기계적 연마 슬러리에 의한 화학 반응을 이용하여 화학 기계적으로 웨이퍼의 표면을 연마하여 평탄화하는 공정이다.
- <10> 도 1은 종래 기술에 따라 화학 기계적 연마 공정에 이용되는 화학 기계적 연마 장치를 나타낸 개략도이다.
- <11> 구체적으로, 도 1의 상기 화학 기계적 연마 장치는 연마 헤드(102), 연마 테이블(104), 슬러리 공급관(106) 및 연마 패드(108)를 포함한다. 상기 화학 기계적 연마 공정은 일정 방향으로 회전하는 연마 테이블(104) 상에서 수행되며, 연마 테이블(104)은 그 상에 형성된 연마 패드(108)를 가진다. 화학 기계적 연마 슬러리가 슬러리 공급관(106)으로 부터 공급되는 동안

에 연마 헤드(102)가 반도체 기판(100, 반도체 웨이퍼)을 연마 패드(108)에 누르면서 이와 동시에 서로 회전하여 연마가 수행된다.

<12> 상기 화학 기계적 연마 공정을 이용하는 일 예가 폴리실리콘막을 화학 기계적 연마하여 패드를 분리하는 공정이다. 상기 패드 분리 공정에 관하여 도 2를 이용하여 설명한다.

<13> 도 2는 종래 기술의 패드 분리 공정에 의해 반도체 소자의 패드가 형성되는 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

<14> 구체적으로, 트랜치 절연막(201)에 의해 액티브 영역이 한정된 실리콘 기판(200) 상에 복수개의 게이트 라인(205)들이 서로 이격되어 형성되어 있다. 상기 게이트 라인(205)은 게이트 절연막, 게이트 전극 등으로 구성된다. 상기 개개의 게이트 라인(205)은 절연막(207)에 의하여 감싸져 있다. 상기 절연막(207)은 통상적으로 질화막으로 구성되어 있다. 이렇게 게이트 라인(205)들을 감싸는 절연막이 형성된 실리콘 기판(200)의 전면에 폴리실리콘막(209)을 형성한 후 상기 절연막(207)이 노출될 때 까지 상기 폴리실리콘막(209)을 과도하게 화학 기계적 연마하여 절연막(207)에 의하여 절연되는 패드(209a)를 형성한다.

<15> 그런데, 도 2에서 폴리실리콘막(209)을 과도하게 화학 기계적 연마하여 패드(209a)를 형성할 때, 상기 절연막(207)에 대한 폴리실리콘막(209)의 제거 비율, 즉 제거 선택비(selection selectivity)가 크기 때문에 패드(209a)의 표면에 폴리실리콘 리세스(213)가 발생한다. 다시 말해, 화학 기계적 연마시 상기 절연막(207)이 노출되면서 상기 폴리실리콘막(209)은 많이 식각되는데 반해, 절연막(207)은 덜 식각되어 폴리실리콘 리세스(213)가 형성된다. 상기 폴리실리콘막(209)에 대한 절연막의 제거 선택비는 화학 기계적 연마시 사용되는 화학 기계적 연마 슬러리에 따라 좌우된다.

<16> 도 3은 도 2와 같이 폴리실리콘 리세스가 발생한 반도체 소자에 플러그를 형성했을 경우 게이트 라인과 패드 간의 쇼트가 발생한 것을 보여주기 위한 단면도이다. 도 3에서, 도 2와 동일한 참조번호는 동일한 부재를 나타낸다.

<17> 먼저, 플러그는 다음과 같이 형성한다. 즉, 도 2와 같은 구조를 갖는 반도체 소자의 전면에 충간 절연막(215)을 형성한다. 이어서, 사진식각공정에 의해 상기 패드 상에 콘택홀(217)을 형성한 후 상기 콘택홀(217)에 매립되는 플러그(219)를 형성한다. 그런데, 도 2와 같이 패드(213)의 표면에 발생한 폴리실리콘 리세스(213)로 인하여 패드(209a)와 게이트 라인(205)과의 거리가 좁아진다. 이렇게 패드(209a)와 게이트 라인(205)간의 거리가 좁아진 후, 상기 패드(209a) 상에 플러그(219)를 형성할 경우 사진공정의 미스 열라인에 의해 패드(209a)와 게이트 라인(205) 사이에 도 3의 참조번호 221로 표시한 바와 같이 솟(short)이 발생한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<18> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 절연막에 대한 폴리실리콘막의 제거 선택비를 낮추어 폴리실리콘 리세스를 개선할 수 있는 화학 기계적 연마 슬러리를 제공하는 데 있다.

<19> 또한, 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 이용하여 반도체 소자의 패드 형성 방법을 제공하는 데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<20> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 연마입자와 패시베이션제를 포함하는 수용액으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리를 제공한다. 상기 패시베이션제는 비이온성 계면 활성제일 수 있다. 상기 비이온성 계면 활성제는 알코올(alcohol)과,

에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물이거나, 아릴 알코올(aryl alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물일 수 있다. 상기 비이온성 계면 활성제는 에틸렌 산화물-프로필렌 산화물-에틸렌 산화물의 삼불록 공중합체(triblock copolymer)이거나, 상기 비이온성 계면 활성제는 프로필렌 산화물-에틸렌 산화물-프로필렌 산화물의 삼불록 공중합체(triblock copolymer)일 수 있다. 상기 패시베이션제를 구성하는 비이온성 계면 활성제는 친수성인 에틸렌 산화물과 소수성인 프로필렌 산화물을 포함한다. 상기 수용액에서 상기 패시베이션제의 무게 백분율은 0.001~2wt%인 것이 바람직하다.

<21> 상기 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 연마 입자는 실리카(silica)일 수 있다. 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 포함하는 수용액에서 상기 연마 입자인 실리카의 농도는 5~30wt%인 것이 바람직하다. 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 포함하는 수용액에는 pH 조절제나, 상기 아민형 계면 활성제를 더 포함할 수 있다.

<22> 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 반도체 기판 상에 서로 이격된 복수개의 게이트 라인들을 형성한 후, 상기 게이트 라인들을 감싸는 절연막을 형성하는 것을 포함한다. 상기 게이트 라인들 사이의 콘택홀을 충분히 매립하도록 상기 절연막 및 반도체 기판 상에 폴리실리콘막을 형성한다. 이어서, 연마 입자와 상기 폴리실리콘막을 패시베이션할 수 있는 패시베이션제를 포함하는 화학 기계적 연마 슬러리를 이용하여, 상기 절연막을 식각정지막으로 하여 상기 폴리실리콘막을 화학 기계적 연마함으로써 상기 폴리실리콘 리세스 없이 상기 게이트 라인들 사이의 콘택홀에 패드를 형성한다.

- <23> 이상과 같은 본 발명의 화학기계적 연마 슬러리 및 이를 이용한 반도체 소자의 패드 형성 방법에 의하면, 폴리실리콘막 상에 패시베이션제를 패시베이션시켜 폴리실리콘막의 제거 선택비를 낮추어 폴리실리콘 리세스 발생을 억제하면서 패드를 형성할 수 있다.
- <24> 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다. 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되어지는 것이다. 도면에서 막 또는 영역들의 크기 또는 두께는 명세서의 명확성을 위하여 과장되어진 것이다.
- <25> 본 발명자들은 절연막, 예컨대 질화막이나 산화막에 대한 폴리실리콘막의 제거 선택비를 낮추어 폴리실리콘 리세스를 개선할 수 있는 화학 기계적 연마 슬러리를 발명하였다. 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리는 탈이온수(deionized water)를 포함하는 수용액이다. 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리는 상기 수용액 내에 연마 입자와 패시베이션제(passivation agent)를 포함함으로써 절연막에 대한 폴리실리콘막의 제거 선택비를 낮게 할 수 있다.
- <26> 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 형성하는 수용액에 포함된 연마 입자는 실리카(silica)이다. 상기 연마 입자인 실리카 입자의 크기는 수 nm ~ 1 μ m이며, 평균 실리카 입자의 크기는 약 30nm이다. 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 형성하는 수용액에 포함된 연마 입자의 농도는 5~30Wt%이며, 바람직하게는 10~20Wt%이다.
- <27> 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 형성하는 수용액에 포함된 패시베이션제는 비이온성 계면 활성제이다. 상기 수용액에서 상기 패시베이션제의 농도는 0.001-2Wt%이다. 상기 패시베이션제로 인하여 절연막에 대한 폴리실리콘막의 제거 선택비를 낮추어 폴리실리콘 리세스를 방지 할 수 있다.

<28> 상기 비이온성 계면 활성제는 알코올(alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물일 수 있다. 상기 알코올(alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물은 다음과 같은 구조식 1로 나타낼 수 있다. 상기 구조식 1은 $R_1(CH_2)_nX$ (여기서, R_1 은 CH_3 이며, n 은 3 ~ 22이고, X 는 $HO(CH_2CH_2O)_a(CH(CH_3)CH_2O)_b$, 또는 HO 이고, a 및 b 는 1 ~ 30이다)일 수 있다.

<29> 상기 비이온성 계면 활성제는 아릴 알코올(aryl alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물일 수 있다. 상기 아릴 알코올(aryl alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물은 다음과 같은 구조식 2로 나타낼 수 있다. 상기 구조식 2는 $R_2C_6H_4OX$ (여기서, R_2 는 C_9H_{19} 또는 C_8H_{17} 이고, X 는 $HO(CH_2CH_2O)_a(CH(CH_3)CH_2O)_b$, 또는 HO 이고, a 및 b 는 1 ~ 30이다)일 수 있다.

<30> 상기 비이온성 계면 활성제는 에틸렌 산화물-프로필렌 산화물-에틸렌 산화물의 삼불록 공중합체(triblock copolymer)일 수 있다. 상기 에틸렌 산화물-프로필렌 산화물-에틸렌 산화물의 삼불록 공중합체(triblock copolymer)는 다음과 같은 구조식 3으로 나타낼 수 있다. 상기 구조식 3은 $HO(CH_2CH_2O)_x(CH(CH_3)CH_2O)_y(CH_2CH_2O)_zH$ (여기서, x , y 및 z 는 1 ~ 30이다)일 수 있다.

<31> 상기 비이온성 계면 활성제는 프로필렌 산화물-에틸렌 산화물-프로필렌 산화물의 삼불록 공중합체(triblock copolymer)일 수 있다. 상기 프로필렌 산화물-에틸렌 산화물-프로필렌 산화물의 삼불록 공중합체(triblock copolymer)는 다음과 같은 구조식 4로 나타낼 수 있다. 상기 구조식 4는 $HO(CH(CH_3)CH_2O)_x(CH_2CH_2O)_y(CH(CH_3)CH_2O)_zH$

$\text{CH}_2\text{O})_x(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_y(\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{O})_z\text{H}$ (여기서, x , y 및 $z = 1 \sim 30$ 이다)일 수 있다.

<32> 상기 구조식 1 내지 구조식 4는 축소 구조식 형태로 표현되었다. 상기 패시베이션제를 구성하는 비이온성 계면 활성제는 친수성인 에틸렌 산화물과 소수성인 프로필렌 산화물을 포함한다.

<33> 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 형성하는 수용액에는 아민형(amine type) 계면 활성제가 더 포함될 수 있다. 여기서, 상기 아민형 계면 활성제는 트리에틸아민, 트리에탄올아민, 모노에탄올아민, 에틸렌디아민, 디에틸렌트리아민, 트리에틸펜타아민 또는 헥사메틸렌디아민일 수 있다. 상기 아민형 계면 활성제로 인하여 폴리실리콘막과 산화막간의 선택비를 조절할 수 있다. 상기 아민형 계면 활성제의 농도는 0.001-10wt%인 것이 바람직하다.

<34> 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 형성하는 수용액에는 pH 조절제(pH controller)를 더 포함할 수 있다. 상기 pH 조절제는 수산화칼륨(KOH), 수산화암모늄(NH₄OH), TMA(Tetra Methyl Amine), TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide), 또는 TEA(Tetra Ethyl Amine)를 이용할 수 있다. 상기 화학 기계적 연마 슬러리를 형성하는 수용액의 pH는 약 7 ~ 12, 바람직하게는 약 10-11로 한다.

<35> 이하에서는, 본 발명에 의한 화학 기계적 연마 슬러리가 어떻게 폴리실리콘 리세스 발생을 개선할 수 있는지에 대하여 자세히 설명한다.

<36> 도 4는 본 발명에 의한 화학기계적 연마 슬러리를 이용할 경우 폴리실리콘 리세스 발생이 어떻게 억제되는가를 설명하기 위한 단면도이다.

<37> 구체적으로, 도 4에서, 참조 번호 301, 303은 각각 반도체 기판, 트랜치 절연막을 나타낸다. 그리고, 참조번호 305, 307 및 309는 각각 게이트 라인, 절연막, 및 패드를 구성하는 폴리실리콘막을 나타낸다. 본 발명에 의한 화학 기계적 연마 슬러리는 폴리실리콘막(309)을 패시베이션시켜 폴리실리콘 리세스 발생을 억제한다. 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리를 형성하는 수용액에 패시베이션제가 첨가제로 첨가되어 있다. 상기 패시베이션제는 앞서 설명한 바와 같이 소수성(hydrophobic) 그룹과 친수성(hydrophilic) 그룹을 포함한다. 즉, 상기 패시베이션제는 앞서 설명한 바와 같이 소수성인 프로필렌 산화물과 친수성인 에틸렌 산화물을 포함한다.

<38> 상기 패드를 구성하는 폴리실리콘막(309)은 소수성(hydrophobic) 막질이므로, 도 3에 도시한 바와 같이 패시베이션제의 소수성 그룹(311)이 폴리실리콘막(309) 위에 흡착되어 패시베이션시킨다. 이렇게 흡착된 패시베이션제는 과도하게 화학 기계적 연마를 진행할 때, 폴리실리콘막(309)은 패시베이션되어 있기 때문에 제거량이 떨어지므로 폴리실리콘 리세스 발생이 억제된다. 즉, 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리는 폴리실리콘막을 패시베이션시켜 절연막(307)에 대한 폴리실리콘막(309)의 제거 선택비를 낮추기 때문에 폴리실리콘 리세스 발생을 억제시킨다.

<39> 다음에, 본 발명에 의한 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 패시베이션제가 폴리실리콘막 상에 잘 흡착하는지를 확인하기 위해서 패시베이션제 농도별 접촉각(contact angle)과 폴리실리콘 제거속도(poly removal rate)에 대해 설명한다.

<40> 도 5는 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 패시베이션제의 농도에 따른 접촉각을 측정한 그래프이다.

<41> 구체적으로, 도 5에 도시한 바와 같이 패시베이션제 농도가 0인 경우, 즉 폴리실리콘막 상에 탈이온수만 있을 경우, 친수성인 탈이온수와 소수성인 폴리실리콘막간의 계면 에너지가

증가하여 접촉 면적이 감소하고 접촉각은 증가한다. 하지만, 도 5에 도시한 바와 같이 패시베이션제의 농도가 증가하면서 폴리실리콘막과 패시베이션제간의 계면 에너지를 낮추어서 접촉 면적이 증가하고 접촉각은 작아지게 된다. 이러한 결과로 패시베이션제가 폴리실리콘막 위에 잘 흡착하는 것을 확인할 수 있다.

<42> 도 6은 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 패시베이션제의 농도별로 폴리실리콘막 제거속도를 도시한 그래프이다.

<43> 구체적으로, 도 6에 도시한 바와 같이 패시베이션제가 첨가되지 않을 때, 즉 패시베이션제 농도가 0 일 때 폴리실리콘막 제거 속도는 5000Å/분(min)이지만 농도가 증가함에 따라서 폴리실리콘막의 제거 속도는 감소하고 0.1 wt%부터 1000Å/분(min)으로 포화(saturation) 되었다. 결과적으로, 패시베이션제의 농도에 따른 접촉각의 감소와 폴리실리콘 제거 속도 감소의 결과로부터, 패시베이션제가 폴리실리콘막 위에 흡착되어 패시베이션시키고 폴리실리콘막 제거 속도가 감소하는 것을 알 수 있다.

<44> 다음에는 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리를 반도체 소자의 제조에 이용하는 일 예를 설명한다.

<45> 도 7 내지 도 9는 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리를 이용한 반도체 소자의 패드 형성 방법을 설명하기 위하여 도시한 단면도들이다.

<46> 도 7은 게이트 라인(305) 및 이를 감싸는 절연막(307)을 형성하는 단계를 나타낸다.

<47> 구체적으로, 반도체 기판(301), 예컨대 실리콘 기판에 트랜치 절연막(303)을 형성하여 비액티브 영역과 액티브 영역을 한정한다. 이어서, 상기 액티브 영역이 한정된 반도체 기판(301) 상에 복수개의 게이트 라인(305)들을 서로 이격되도록 형성한다. 상기 게이트 라인(305)

은 게이트 절연막, 게이트 전극 등으로 구성된다. 다음에, 상기 개개의 게이트 라인(305)을 감싸는 절연막(307)을 형성한다. 상기 절연막(307)은 산화막이나 질화막으로 형성한다. 이에 따라, 상기 게이트 라인(305)들 사이에는 상기 반도체 기판(301)의 표면을 노출하는 콘택홀(308)이 형성된다.

<48> 도 8은 폴리실리콘막(309a)을 형성하는 단계를 나타낸다.

<49> 구체적으로, 게이트 라인(305)들을 감싸는 절연막(307)이 형성된 반도체 기판(301)의 전면에 폴리실리콘막(309a)을 형성한다. 즉, 상기 게이트 라인(305)들 사이의 콘택홀(308)을 충분히 매립하도록 상기 반도체 기판(301) 및 절연막(307) 상에 폴리실리콘막(309a)을 형성한다.

<50> 도 9는 패드를 형성하는 단계를 나타낸다.

<51> 구체적으로, 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리를 이용하여 상기 절연막(307)을 식각정지막으로 하여 상기 폴리실리콘막(309a)을 화학 기계적 연마함으로써 상기 게이트 라인(305)들 사이에 패드(309)를 형성한다. 다시 말해, 상기 절연막(307)이 노출될 때 까지 상기 폴리실리콘막(309a)을 과도하게 화학 기계적 연마하여 절연막(307)에 의하여 절연되는 패드(309)를 게이트 라인(305)들 사이에 형성한다. 상기 폴리실리콘막의 화학 기계적 연마 방법은 도 1에 설명한 바와 같이 방식으로 수행한다.

<52> 그런데, 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리는 연마 입자와, 폴리실리콘막(309a)을 패시베이션시킬 수 있는 패시베이션제를 포함하기 때문에 과도하게 화학 기계적 연마를 진행할 때 폴리실리콘막(309a)이 패시베이션되어 있어 제거량이 떨어진다. 다시 말해, 본 발명의 화학 기계적 연마 슬러리는 폴리실리콘막을 패시베이션시킬 수 있어 절연막(307)에 대한

폴리실리콘막(309a)의 제거선택비를 낮출 수 있어 도 2와는 다르게 폴리실리콘 리세스를 발생하지 않게 하면서 패드(309)를 형성한다.

【발명의 효과】

<53> 상술한 본 발명의 화학기계적 연마 슬러리는 폴리실리콘막 상에 상기 패시베이션제를 패시베이션시켜 절연막에 대한 폴리실리콘막의 제거 선택비를 낮추어 폴리실리콘 리세스 발생을 억제할 수 있다.

<54> 또한, 본 발명의 화학기계적 연마 슬러리로 화학기계적 연마하여 폴리실리콘 리세스 발생을 억제하면 패드와 게이트 라인과의 거리 마진을 가질 수 있다. 이에 따라, 패드 상에 풀러그를 형성할 경우 포토 미스 얼라인이 발생하더라도 패드와 게이트 라인 사이에 솟의 발생을 방지할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

연마입자; 및

패시베이션제를 포함하는 수용액으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 패시베이션제는 비이온성 계면 활성제인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 3】

제2항에 있어서, 상기 비이온성 계면 활성제는 알코올(alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 4】

제3항에 있어서, 상기 비이온성 계면 활성제는 구조식 $R_1(CH_2)_nX$, (R_1 은 CH_3 이며, n 은 3 ~ 22이고,

X 는 $HO(CH_2CH_2O)_a(CH(CH_3)CH_2O)_b$, 또는 HO 이고, a 및 b 는 1 ~ 30이다)을 갖는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 5】

제2항에 있어서, 상기 비이온성 계면 활성제는 아릴 알코올(aryl alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 비이온성 계면 활성제는 구조식 $R_2C_6H_4OX$ (R_2 는 C_9H_{19} 또는 C_8H_{17})이고, X 는 $HO(CH_2CH_2O)_a(CH(CH_3)CH_2O)_b$, 또는 HO 이고, a 및 b 는 1 ~ 30이다)을 갖는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 7】

제2항에 있어서, 상기 비이온성 계면 활성제는 에틸렌 산화물-프로필렌 산화물-에틸렌 산화물의 삼블록 공중합체(triblock copolymer)인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 8】

제7항에 있어서, 상기 비이온성 계면 활성제는 구조식 $HO(CH_2CH_2O)_x(CH(CH_3)CH_2O)_y(CH_2CH_2O)_zH$ (x , y 및 z 는 1 ~ 30이다)을 갖는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 9】

제2항에 있어서, 상기 비이온성 계면 활성제는 프로필렌 산화물-에틸렌 산화물-프로필렌 산화물의 삼블록 공중합체(triblock copolymer)인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 10】

제9항에 있어서, 상기 비이온성 계면 활성제는 구조식 $\text{HO}(\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{O})_x(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_y(\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{O})_z\text{H}$ (x , y 및 $z = 1 \sim 30$ 이다.)을 갖는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 11】

제1항에 있어서, 상기 수용액에서 상기 패시베이션제의 농도는 0.001~2wt%인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 12】

제1항에 있어서, 상기 연마 입자는 실리카(silica)인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 13】

제12항에 있어서, 상기 연마 입자의 크기는 수 nm ~1μm인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 14】

제12항에 있어서, 상기 수용액에서 연마 입자의 농도는 5~30wt%인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 15】

제1항에 있어서, 상기 수용액에는 pH 조절제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 16】

제15항에 있어서, 상기 pH 조절제는 수산화칼륨(KOH), 수산화암모늄(NH₄OH), TMA, TMAH 또는 TEA인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 17】

제15항에 있어서, 상기 수용액의 pH는 7~12인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 18】

제1항에 있어서, 상기 수용액에는 아민형 계면 활성제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 19】

제18항에 있어서, 상기 아민형 계면 활성제는 트리에틸아민, 트리에탄올아민, 모노에탄올아민, 에틸렌디아민, 디에틸렌트리아민, 트리에틸펜타아민 또는 헥사메틸렌디아민인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 20】

제18항에 있어서, 상기 수용액에서 아민형 계면 활성제의 농도는 0.001~10Wt%인 것을 특징으로 하는 화학 기계적 연마 슬러리.

【청구항 21】

반도체 기판 상에 서로 이격된 복수개의 게이트 라인들을 형성하는 단계;

상기 게이트 라인들을 감싸는 절연막을 형성하는 단계;

상기 게이트 라인들 사이의 콘택홀을 충분히 매립하도록 상기 절연막 및 반도체 기판 상에 폴리실리콘막을 형성하는 단계; 및

연마 입자와 상기 폴리실리콘막을 패시베이션할 수 있는 패시베이션제를 포함하는 화학 기계적 연마 슬러리를 이용하여, 상기 절연막을 식각정지막으로 하여 상기 폴리실리콘막을 화학 기계적 연마함으로써 상기 폴리실리콘 리세스 없이 상기 게이트 라인들 사이의 콘택홀에 패드를 형성하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 22】

제21항에 있어서, 상기 절연막은 질화막 또는 산화막인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 23】

제21항에 있어서, 상기 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 패시베이션제는 비이온성 계면 활성제인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 24】

제23항에 있어서, 상기 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 비이온성 계면 활성제는 알코올(alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 25】

제23항에 있어서, 상기 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 비이온성 계면 활성제는 아릴 알코올(aryl alcohol)과, 에틸렌 산화물(ethylene oxide)-프로필렌 산화물(propylene oxide)의 중합체로 이루어진 화합물인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 26】

제23항에 있어서, 상기 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 비이온성 계면 활성제는 에틸렌 산화물-프로필렌 산화물-에틸렌 산화물의 삼불록 공중합체(triblock copolymer)인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 27】

제23항에 있어서, 상기 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 비이온성 계면 활성제는 프로필렌 산화물-에틸렌 산화물-프로필렌 산화물의 삼불록 공중합체(triblock copolymer)인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 28】

제21항에 있어서, 상기 화학 기계적 연마 슬러리에 포함된 연마 입자는 실리카(silica)인 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 29】

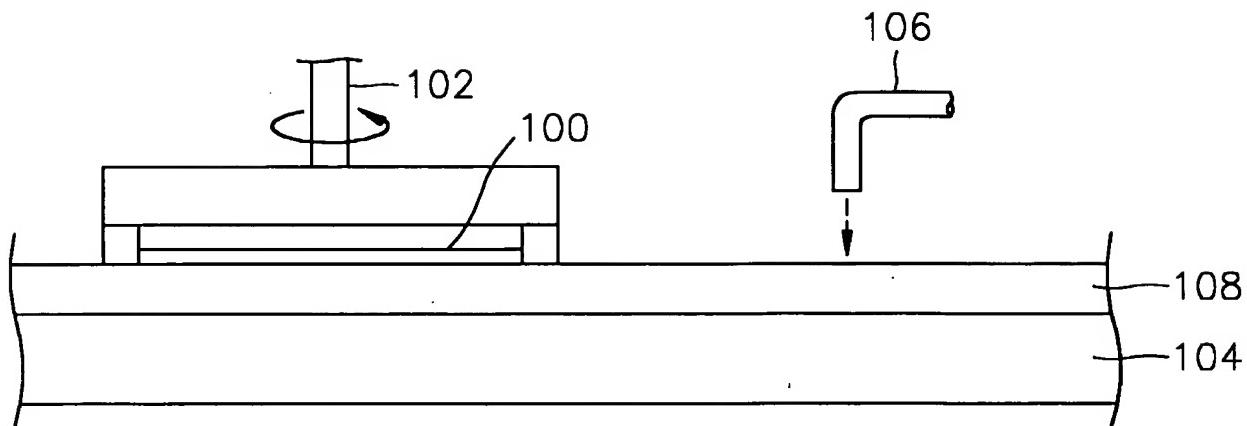
제21항에 있어서, 상기 화학 기계적 연마 슬러리에는 pH 조절제가 더 포함되어 있는 것을 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【청구항 30】

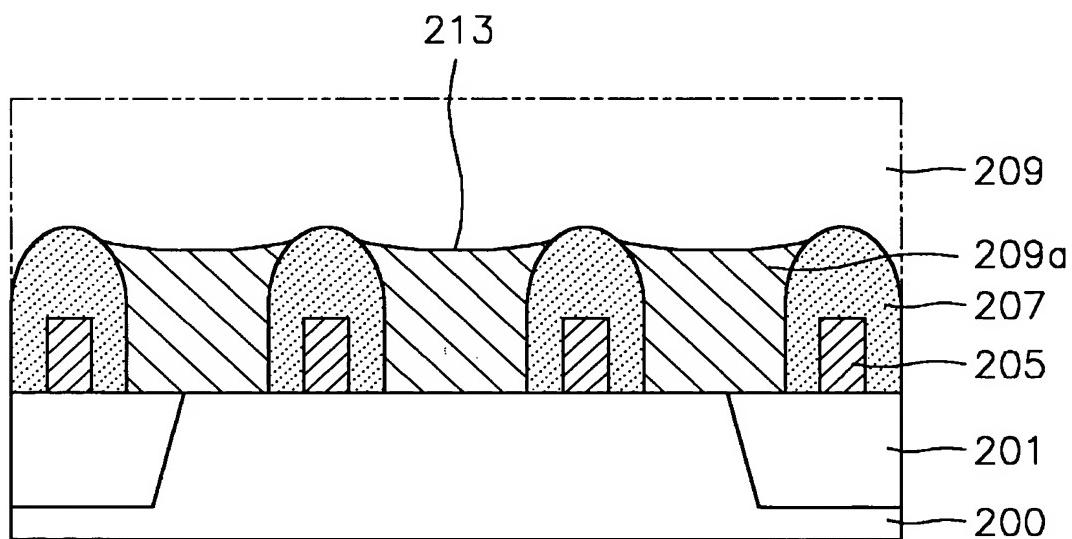
제21항에 있어서, 상기 화학 기계적 연마 슬러리에는 아민형 계면 활성제가 더 포함되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 패드 형성 방법.

【도면】

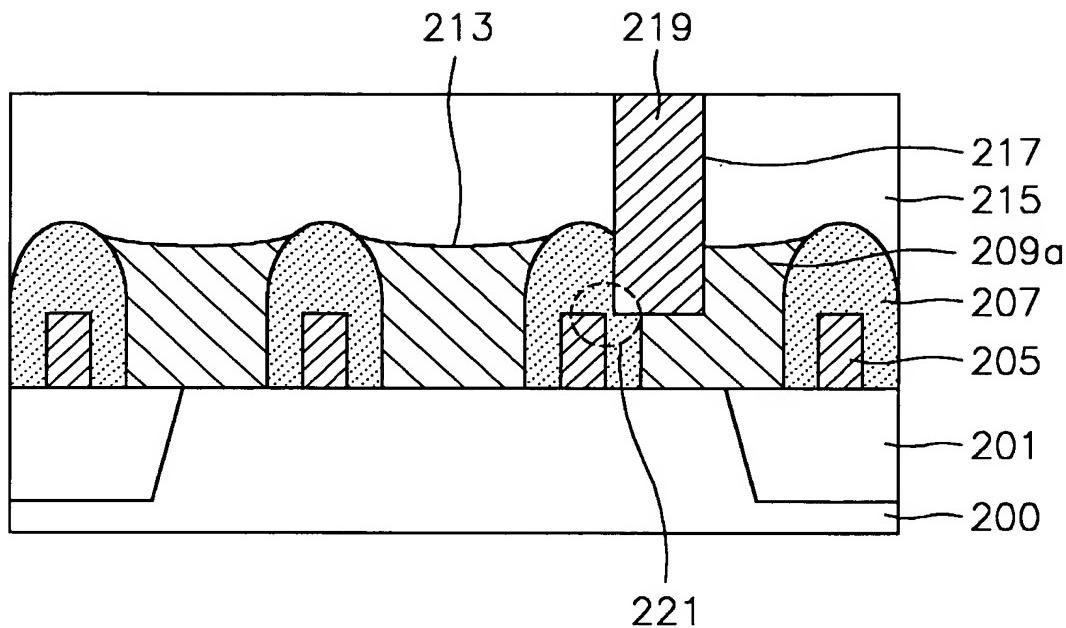
【도 1】



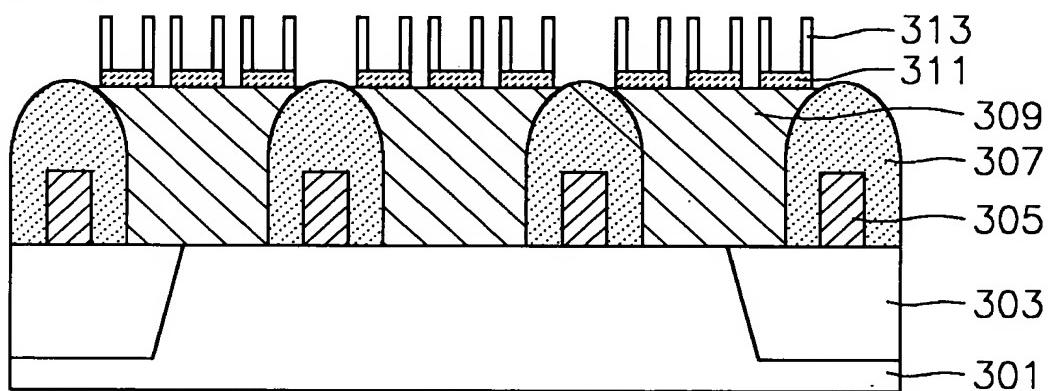
【도 2】



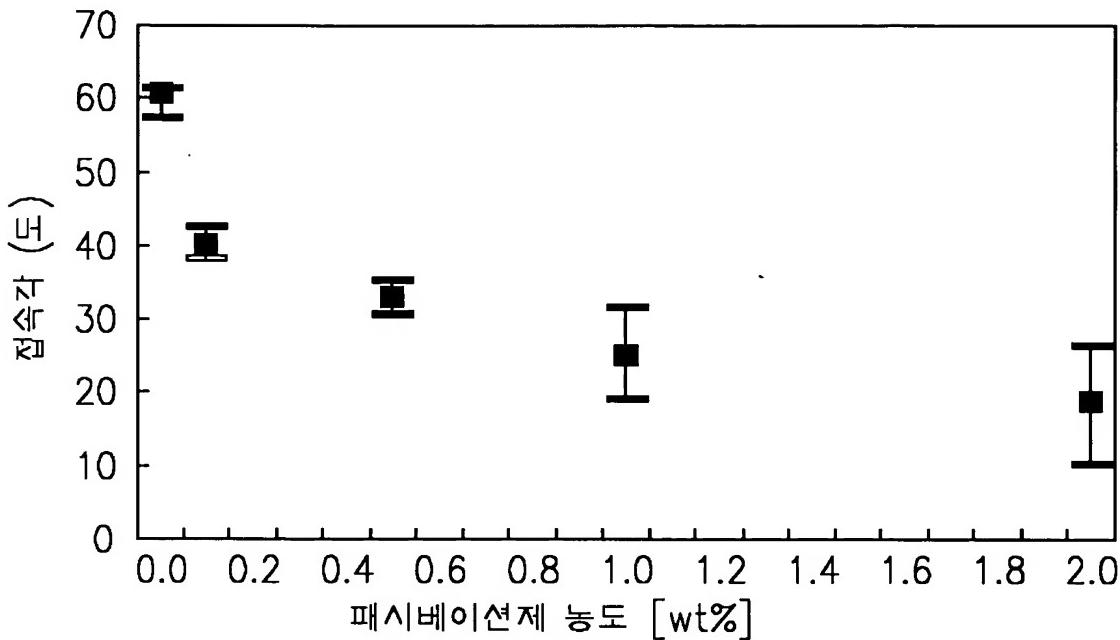
【도 3】



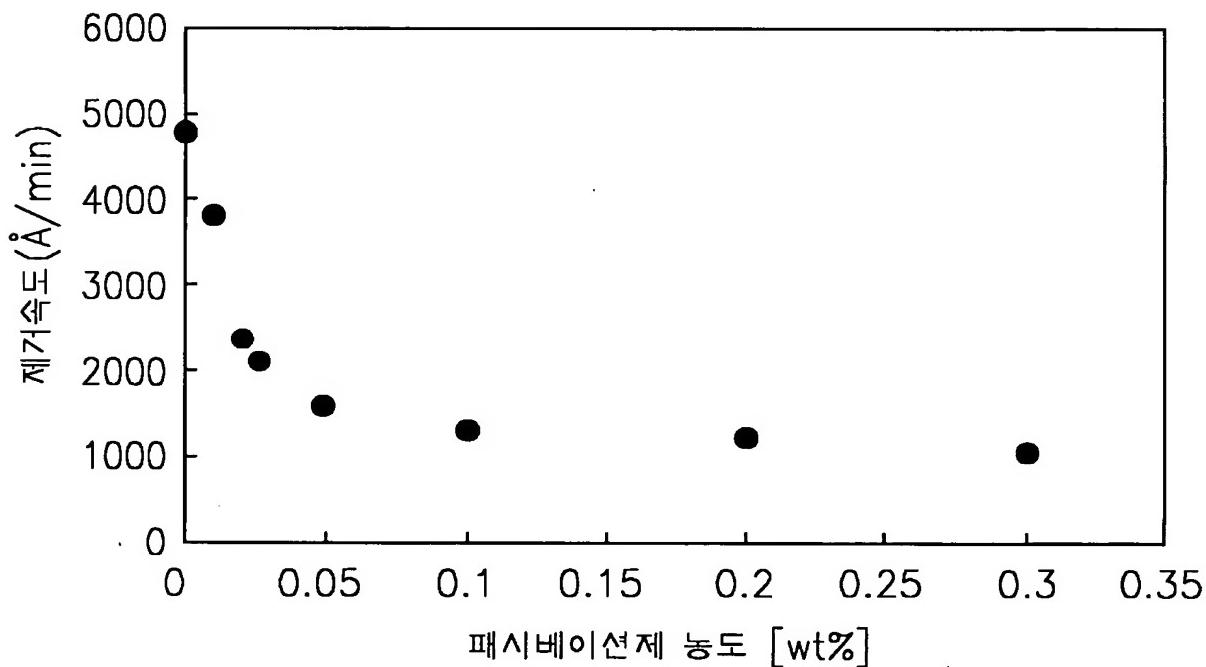
【도 4】



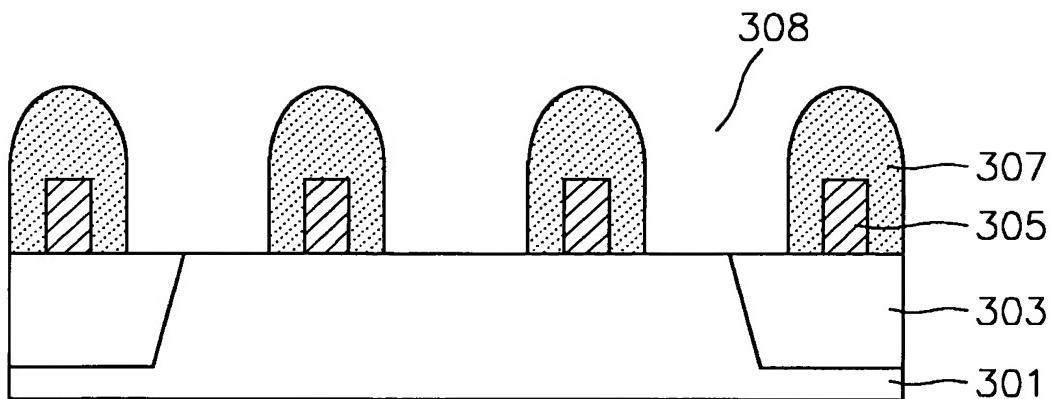
【도 5】



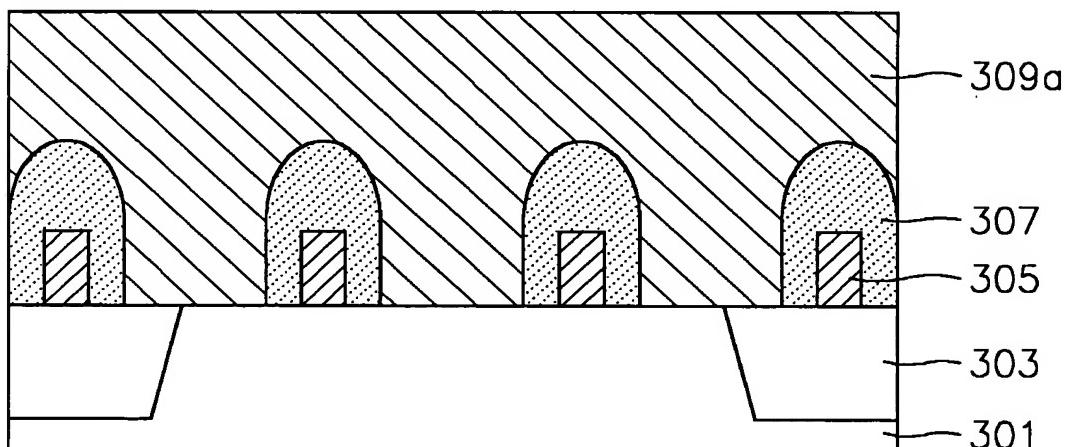
【도 6】



【도 7】



【도 8】



【도 9】

